

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-127008

(43)Date of publication of application : 16.05.1997

(51)Int.Cl.

G01N 21/88

(21)Application number : 07-310028

(71)Applicant : SUZUKI MOTOR CORP

(22)Date of filing : 02.11.1995

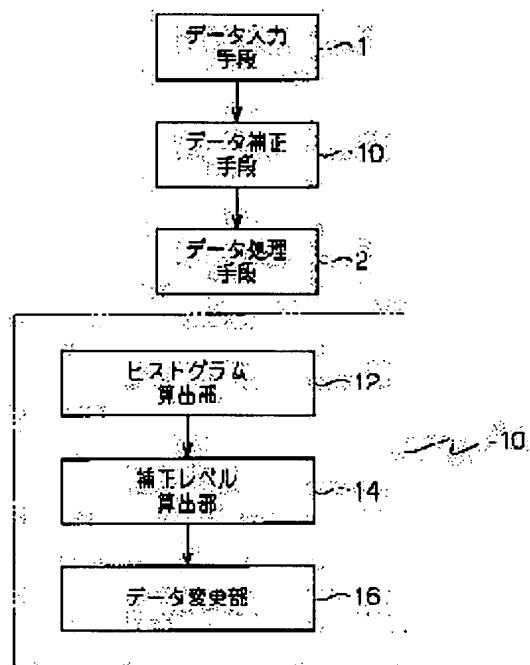
(72)Inventor : SUDA HIDEO
SAITOU YOSHITAKA

(54) EVALUATION APPARATUS FOR SURFACE OF PISTON

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an evaluation apparatus which can correct the lightness properly according to an imaging environment and to the shape of a piston by installing a data correction means which corrects image data to be input by a data input means and a data processing means which evaluates the surface of the piston.

SOLUTION: The evaluation apparatus is provided with a data input means 1 which picks is the images of the side face of a piston and with a data correction means 10 which corrects image data to be input by the means 1. It is provided with a data processing means 2 which evaluates the surface of the piston on the basis of the image data corrected by the means 10. In addition, it is provided with a histogram computing part 12 which computes the histogram of the image data to be input from the means 1, with a level computing part 14 which computes the gradation value of a pixel in a definite number from the maximum value of gradation value on the basis of computed histogram information so as to be regarded as an upper-end gradation value and which computes the gradation value of a pixel in a definite number from the minimum number of a gradation value so as to be regarded as a lower-end gradation value and with a data change part 16 which changes the image data.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A data input means to picturize the side face of a piston, and a data correction means to amend the image data inputted by this data input means, In piston surface evaluation equipment equipped with a data-processing means to perform surface evaluation of said piston based on the image data amended by this data correction means The histogram calculation section in which said data correction means computes the histogram of image data inputted from said data input means, While a gradation value computes the gradation value of the pixel of eye a fixed number of individuals as an upper limit gradation value from the pixel of maximum based on the histogram information computed by this histogram calculation section The amendment level calculation section in which the gradation value concerned computes the gradation value of the pixel of eye a fixed number of individuals as a lower limit gradation value from the pixel of the minimum value, Piston surface evaluation equipment characterized by having the data modification section which changes said image data so that it may become the gradation of a predetermined number in the range from said upper limit gradation value outputted from this amendment level calculation section to said lower limit gradation value.

[Claim 2] It has the color picture input section in which said data input means outputs the image data which picturized said piston front face according to RGB. Said amendment level calculation section is equipped with the common amendment level calculation function which computes the upper limit gradation value and lower limit gradation value in the whole image data according to said RGB. Piston surface evaluation equipment according to claim 1 characterized by having the uniform modification function in which said data modification section changes said image data based on the common amendment level computed by said common amendment level calculation function.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to piston surface evaluation equipment, and relates to the piston surface evaluation equipment which performs evaluation of the wear condition on the front face of a piston, or dirt evaluation on the front face of a piston by the image processing especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, hit evaluation (wear situational test) of a piston was performed by viewing, or it was carried out by the detailed survey of a required part. Especially to engine seizure, a hit of a piston is foreknown in advance, is an important element for determining the profile of a piston, and is fed back to the design of a piston.

[0003] Moreover, the same applicant applies for the technique of performing wear situation evaluation by the image processing (for example, Japanese Patent Application No. No. 54460 [six to]). The hit evaluation by the image processing evaluates the strength of a hit by the residue paying attention to the processing slot generated in the creation time of a piston.

[0004] Since the cutting tool at the time of processing of a piston is using the same thing, in one piston, the processing depth of flute is almost uniform. to this uniform processing slot, if an engine is actually operated, a piston and a cylinder will rub -- a piston -- hitting (wear) -- being generated -- that strength -- the processing depth of flute -- shallow -- becoming -- just -- being alike -- the processing slot itself will be worn out and lost. Therefore, the strength of a hit can be presumed by measuring the residue of this processing slot.

[0005] With conventional piston surface evaluation equipment, according to the correction factor for which it asked in advance, amendment of the picturized image adjusted the diaphragm of a camera part, and was adjusting the brightness of data. Moreover, defining a correction factor according to the class of piston of the measuring object was also performed.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, whenever it incorporates data, in order to perform drawing adjustment of the camera section in the above-mentioned conventional example, it did not become perfect automation and was not the general user sense. Moreover, since diaphragm adjustment needed to be too performed in order to ask for the correction factor of the piston of a new species also when asking for a correction factor for every class of piston, similarly it was not the general user sense.

[0007] Furthermore, with piston surface evaluation equipment, the color line sensor and the straight pipe fluorescent lamp of a RF are used. However, the fluorescent lamp does not have sufficient die length from constraint of the magnitude of equipment to the whole piston. For this reason, the center section of the sensor becomes brighter than both ends, and the ununiformity of brightness arises. This ununiformity is canceled, white is the brightest, and data are amended in order to make it the data that black is the darkest. Therefore, a correction factor is created due to 1 to 1 to each component of CCD.

[0008] Conventionally, two approaches were taken. The 1st is an approach to which hardware gain is applied in the amplifier section, before carrying out A/D conversion of the signal from a CCD sensor. This approach was performed by operating the variable resistance on the A/D board in equipment.

[0009] By this technique, it is for setting the initial gain by the balance of each component of R, G, and B of a CCD sensor, and the difference in the charge time amount of a CCD sensor as the beginning, and once it sets up, it will usually become the thing of immobilization.

[0010] The 2nd is an approach to which software gain is applied, when changing into the data for evaluation the data incorporated by the memory in equipment. By this technique, while a degree of freedom is large to a setup of gain, it must ask for a correction factor in advance. In order to evaluate by the data for evaluation changed with this correction factor, in piston surface evaluation, this correction factor has very important semantics.

[0011] Drawing 16 thru/or drawing 19 are the explanatory views showing an example of the data correction technique by conventional piston surface evaluation equipment.

[0012] When taking a white balance first, asking for a correction factor and incorporating the data of a piston conventionally, the diaphragm of the camera section was adjusted, or the correction factor was file-ized, and was saved according to [various] the piston, and it was amending by reading if needed so that data might become effective brightness.

[0013] By drawing 16 , an axis of abscissa expresses the location of a CCD sensor component with it, and the axis of ordinate shows the lightness which is the output of a sensor by it. "Black" in drawing shows the output of the sensor for black criteria, and the continuous line shows the sensor output "DATA1 [n]" for white criteria. Conventionally, it asked for the correction factor "Hosei [n]" to CCD each component, and data were changed from the data of these white criteria, and the data of black criteria by the degree type (1).

[0014]

$$\text{DATA2}[n] = (\text{DATA1}[n] - \text{Black}) \times \text{Hosei}[n] / \text{Base} \dots \text{Formula (1)}$$

It is here and is $\text{Base} = 255 / (\text{White} - \text{Black})$ [0015]. That is, lightness by the location of a CCD sensor component is amended by Hosei [n]. Data conversion of the value of Base was calculated and carried out so that between Black-White might become 256 gradation.

[0016] Drawing 17 thru/or drawing 19 are the histograms of the incorporated data and the data after conversion. An axis of ordinate is frequency and an axis of abscissa is lightness. However, since drawing shown in (A) in drawing 17 thru/or drawing 19 is data before conversion, respectively, lightness is "0-4095" and drawing shown in (B) in drawing 17 thru/or drawing 19 is after conversion on the other hand, it is 256 gradation and lightness is "0-255."

[0017] By amendment as it is, in the case of a whitish piston as shown in drawing 17 (A), as shown in drawing 17 (B), data conversion can be performed, and it can evaluate it by this amendment approach.

[0018] However, even if it changes in the case of a blackish piston as shown in drawing 18 (A), as shown in drawing 18 (B), a useless part is large and it has influence on evaluation precision. Moreover, only by the whole moving to the brighter one, as a diaphragm is adjusted and it is shown in drawing 19 (A), even if it shifts data to the brighter one, as the data after conversion are also shown in drawing 19 (B), a useless part is large.

[0019] Moreover, by this approach, whenever it took the data of the piston of a different class, diaphragm adjustment needed to be performed, or the correction factor needed to be created, and the ease of use of equipment was checked.

[0020]
 [Objects of the Invention] This invention improves un-arranging [which the starting conventional example has], and sets it as the purpose to offer the piston surface evaluation equipment which can amend suitable lightness especially according to an image pick-up environment or the configuration of a piston.

[0021]
 [Means for Solving the Problem] So, in this invention, it has a data input means to picturize the side face of a piston, a data correction means to amend the image data inputted by this data input means, and a data-processing means to perform surface evaluation of a piston based on the image data amended by this data correction means, as the 1st means. And the histogram calculation section in which a data correction means computes the histogram of image data inputted from the data input means, While a gradation value computes the gradation value of the pixel of eye a fixed number of individuals as an upper limit gradation value from the pixel of maximum based on the histogram information computed by this histogram calculation section It had the amendment level calculation section in which the gradation value concerned computes the gradation value of the pixel of eye a fixed number of individuals as a lower limit gradation value from the pixel of the minimum value, and the data modification section which changes image data so that it may become the gradation of a predetermined number in the range from the upper limit gradation value outputted from this amendment level calculation section to a lower limit gradation value.

[0022] With this 1st means, a data input means picturizes a piston side face, and inputs into a data correction means the image data which is the expansion image of the piston side face concerned. With a data correction means, the histogram calculation section computes the histogram of the image data concerned first. Furthermore, the amendment level calculation section computes the amendment level for amending the lightness of the image data concerned.

[0023] Specifically, the histogram of image data is computed first. Based on this histogram, it begins to count from the pixel of the maximum of a gradation value, and the pixel of eye a fixed number of (m pieces) individuals is detected, and let the gradation value of this detected pixel be an upper limit gradation value. Furthermore, the gradation value of a fixed number of (n pieces) eyes is taken out from the minimum value of the gradation value of the image data concerned, and let this be a lower limit gradation value. Subsequently, the data modification section changes the image data concerned so that it may become the gradation of the predetermined number which the data-processing section requires in the range from the upper limit gradation value concerned to a lower limit gradation value, for example, 256 gradation.

[0024] The data-processing section performs wear of a piston, and evaluation of dirt based on the image data as which change of lightness was emphasized with a data correction means.

[0025] With the 2nd means, it adds to the matter which specifies the 1st means. A data input means It has the color picture input section which outputs the image data which picturized the piston front face according to RGB. The amendment level calculation section was equipped with the common amendment level calculation function which computes the upper limit gradation value and lower limit gradation value in the whole image data according to RGB, and it had the uniform modification function to change image data based on the common amendment level on which the data modification section was computed by the common amendment level calculation function.

[0026] RGB is red (R), green (G), and blue (B).

[0027] With this 2nd means, image data is inputted according to RGB from the color picture input section. Then, the amendment level calculation section calculates an upper limit gradation value from the largest gradation value among the maximum gradation values of each image data according to RGB, and calculates a lower limit gradation value similarly (common amendment level calculation function).

[0028] Furthermore, the data modification section performs data conversion for each image data according to RGB based on common amendment level (uniformly modification function). For this reason, emphasis of the difference of lightness is performed, without producing change of a color tone.

[0029] This invention tends to attain the purpose mentioned above with each of these means.

[0030]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing.

[0031] Drawing 1 is the block diagram showing the configuration of the piston surface evaluation equipment by this invention. Piston surface evaluation equipment is equipped with a data input means 1 to picturize the side face of a piston, and a data correction means 10 to amend the image data (DATA1 [n]) inputted by this data input means 1. And it has a data-processing means 2 to perform surface evaluation of a piston based on the image data (DATA2 [n]) amended by this data correction means 10.

[0032] Furthermore, the histogram calculation section 12 in which the data correction means 10 computes the histogram of image data (DATA1 [n]) inputted from the data input means 1 as shown in drawing 2 , While computing the gradation value of the pixel of a fixed number of individual (m pieces) eye from the maximum (max) of a gradation value based on the histogram information computed by this histogram calculation section 12 and making this into an upper limit gradation value (W_lev) The amendment level calculation section 14 which computes the gradation value of the pixel of a fixed number of individual (n pieces) eye as a lower limit gradation value (B_lev) from the minimum value (min) of the gradation value concerned, It has the data modification section 16 which changes image data so that it may become the gradation of a predetermined number in the range from the upper limit gradation value (W_lev) outputted from this amendment level calculation section 14 to a lower limit gradation value (B_lev).

[0033] This is explained to a detail.

[0034] Hit (wear) evaluation of a piston is performed with this operation gestalt. This measures whenever [wear / of a piston] based on the wave-like configuration which shows the lightness of image data (DATA), as shown in drawing 3 .

[0035] Here, data are amended before measurement of whenever [by this image data (DATA) / wear]. the

lightness level (B_lev) of the minimum gradation value of the data picturized as shown in drawing 4 thru/or drawing 5 to the n-th pixel, and lightness level of maximum to the m-th pixel (W_lev) from -- data are amended. The amendment level calculation section 14 counts the pixel of a fixed number of individuals (m pieces) from the maximum (max) of a histogram, and computes an upper limit gradation value (W_lev). These a fixed number of individuals are parts shown by hatching in drawing 4 (A). Similarly, counting of the pixel of a fixed number of individuals (n pieces) is carried out from the minimum value (min), and a lower limit gradation value (B_lev) is determined.

[0036] The data modification section 16 performs data conversion by the degree type (2) based on such lightness level.

[0037]

$DATA2[n] = (DATA1[n] - B_lev) \times Hosei[n] / Base2 \dots \text{Formula (2)}$

It is here and they are $2 = 255 / (W_lev - B_lev)$ [0038] of Base(s). Lightness by the location of a CCD sensor component is amended by Hosei [n], and data conversion of Base2 is calculated and carried out so that between W_lev-B_lev may become 256 gradation.

[0039] As shown in drawing 4 (C), in order to search for the conversion gain when changing into 256 gradation from 4096 gradation based on B_lev and W_lev, the data after amendment turn into data without a useless part.

[0040] Furthermore, since B_lev and W_lev are calculated from the actually incorporated data, unlike Black and White which had been calculated in advance (refer to drawing 4 (B)), they can utilize data effectively.

[0041] The example in the case of the blackish piston offset by a blackish piston and a blackish diaphragm is shown in drawing 5 (A) - (D).

[0042] Moreover, since it excels from an actual image under the effect of a noise and a large thing and a small thing exist, if the maximum and the minimum value of the incorporated data are keep as B_lev and W_lev by make these into image data as it is, they will serve as data containing an invalid part, but with this operation gestalt, since lightness level is define by "m" and "n", it does not produce such un-arrange. With this operation gestalt, since W_lev is defined based on the number of pixels from max even if it is the case where Noise S arises, as shown in drawing 5 (E), amendment level effective in amendment processing can be computed by being stabilized.

[0043] Moreover, in surface evaluation of a piston, since the data of middle lightness have important semantics, bright data seldom have semantics above to some extent.

[0044] Although "n" which defines B_lev, and "m" which defines W_lev are arbitrary, this numeric value is a number of% of data, and the image data after conversion is decided. Although the data of middle lightness are reproduced more for m and n by the detail when many, the dynamic range of an image falls. On the other hand, although, as for the resolving power of the data of middle lightness, m and n fall in being few, the repeatability of the data of breadth and light and darkness with a large dynamic range becomes good.

[0045] Thus, since the histogram of the incorporated data is created, B_lev and W_lev are defined by m and n from the data and data conversion is performed, by the conventional technique, the useless part can be removed, the data of middle lightness effective in evaluation can be changed more into a detail, and, moreover, improvement in evaluation precision can be expected. Moreover, satisfactory, once it sets up these values, unlike the conventional technique, the data of middle lightness are effectively utilizable at the piston of the same class, even if it is B_lev and W_lev which will be the requisite for amendment, and the value with each same value of Base2.

[0046] Next, the case of dirt evaluation is explained to an example.

[0047] In dirt evaluation, the example mentioned above is estimating with color data, although the amendment approach for monochrome data was explained. The amendment to color data is fundamentally the same as amendment of monochrome data. However, evaluation will be affected if the color-balance of data is out of order by amending in the case of color data.

[0048] For this reason, let amendment to red (R), green (G), and color data with a blue (B) histogram be a correction factor common to R, G, and B with this operation gestalt. While after amendment had maintained the color-balance by carrying out like this, the resolution of neutral colors effective in evaluation can be raised.

[0049] Drawing 6 is the block diagram showing the configuration which amends color data. It has color picture input section 1A by which the data input means 1 outputs the image data which picturized the piston front face according to RGB. The amendment level calculation section 14 is equipped with common amendment

level calculation function 14B which computes the upper limit gradation value and lower limit gradation value in the whole image data according to RGB. And it had uniform modification function 16C by which the data modification section 16 changes image data based on the common amendment level computed by the common amendment level calculation function.

[0050] Drawing 7 is drawing showing an example of color-data amendment with the configuration shown in drawing 6. As shown in drawing 7, in the case of color data, the data according to RGB are inputted. In the example shown in drawing 7, it is made bright data in order of R, G, and B for explanation. For this reason, since the brightest gradation value is included in blue (B) data as shown in drawing 7 (C), common amendment level calculation function 14B computes an upper limit gradation value (W_lev) from blue (B) data. Moreover, since the darkest data are contained in red (R), common amendment level calculation function 14B computes a lower limit gradation value (B_lev) from red (R) data.

[0051] Subsequently, modification function 16C changes the gradation of each image data uniformly based on this upper limit gradation value (W_lev) concerned and a lower limit gradation value (B_lev). For this reason, amendment which emphasizes lightness change can be performed, without changing a color-balance.

[0052] Moreover, by the actual piston image, except for the case of being special, since there are many colors of a gray system, most useless parts as the histograms of each color not greatly differed as shown in an explanatory view, and shown in drawing 7 are lost.

[0053] Since it is asking for the correction factor from the histogram of the actually incorporated data instead of the correction factor set up in advance according to this operation gestalt as mentioned above, degrees of freedom, such as amendment which can utilize data effectively without futility and which reproduces more large amendment of a dynamic range and the specific lightness range for data to high degree of accuracy by the setting approach of the threshold when asking for a correction factor further, are large.

[0054] Therefore, the data correction of middle lightness required for evaluation can carry out good, and improvement in evaluation precision can be expected.

[0055] Next, the whole piston surface evaluation equipment configuration is explained with reference to drawing 8 thru/or drawing 15. Invention and the outline which the contents were indicated to Japanese Patent Application No. No. 078249 [seven to] which applied previously are the same. In the example shown in drawing 8, the data correction means 10 is carried out as one function of CPU19.

[0056] Drawing 8 is the block diagram showing the outline configuration of the hardware resources of piston surface evaluation equipment. The data input means 1 is equipped with the piston image pick-up section 22 which picturizes a piston, the stage control section 21 which carries out drive control of this piston image pick-up section 22, and the data input section 20 inputted into the data-processing means 2 after accumulating temporarily the image data which the piston image pick-up section 22 picturized.

[0057] The piston image pick-up section 22 is equipped with the motor 35 grade for rotation stages which carries out the rotation drive of the CCD sensor 38 which carries out photo electric conversion of the reflected light from a piston 32, the rotation stage base 33 made to rotate a piston 32, and this rotation stage base 33.

[0058] The stage control section 21 is equipped with Motor Driver 56 which controls actuation of the motor 35 for rotation stages, and the CCD driver 61 which outputs the signal by which photo electric conversion was carried out by carrying out drive control of the CCD sensor 38 to the data input section 20. Only the angle of rotation which suited the piston diameter based on the rotation demand from the data-processing means 2 on the occasion of data incorporation rotates [Motor Driver / 56] the rotation stage base 33. It is calculated by the data-processing means 2, the pulse for an angle of rotation to Motor Driver 56 is sent, and an angle of rotation drives the motor 35 for rotation stages.

[0059] The data input section 20 is equipped with A/D converter 29 which changes the signal from the CCD driver 61 into digital data, and the memory 28 which memorizes the image data from this A/D converter. Memory 28 is set to 4 M bytes of SRAM so that data gone around can be held. The expansion image (image data) of the piston side face stored in memory 28 is accessed from a data-processing means 2 to perform wear situation evaluation or dirt evaluation of a piston.

[0060] The data-processing means 2 consists of what added the PIO board for interfaces, and the image board for full color processing (frame buffer) to the personal computer (PC) in this example. The data-processing means 2 is equipped with PIO23 used as the interface of transmission and reception of data with the data input means 1, CPU19 which performs step S4, and the input section 25 which receives the input of

the width-of-face information b on a processing slot etc. as a configuration. The processing time of the data-processing means 2 changes with throughputs of PC.

[0061] Moreover, about the evaluation of a piston side face performed with the data-processing means 2, the means which carries out the display output of the evaluation result is needed. This evaluation result output means 3 performs preservation of the data of an evaluation result, and the display output of an evaluation result. Various things can be considered on the disk 26 for saving the evaluation result. Here, for a large [image data] reason, only number data can be saved in one usual floppy disk. On the other hand, the preservation effectiveness of data can be gathered by using a hard disk, a high density floppy disk, a magneto-optic disk, etc.

[0062] If only a numeric value is outputted about the output of an evaluation result, the usual printer is enough, but in order to output image data, the printer 18 of full color correspondence is needed. Therefore, processing software is made to correspond with them as what is determined according to an application.

[0063] Drawing 9 is the block diagram showing the detail configuration of the data input section 20. The data input section 20 is equipped with the amplifier (AMP) 50 which amplifies the analog signal according to RGB which the CCD sensor 38 outputted based on control of the CCD driver 61, respectively, and the multiplexer 51 which changes the output of the analog signal from amplifier 50 based on the MODE signal and REQ signal from PIO23.

[0064] Furthermore, the data input section 20 is equipped with the address counter 53 which specifies the address of A/D converter 29 which changes the analog signal from this multiplexer 51 into a digital signal, RAM54 which memorizes the digital data (image data) which this A/D converter 29 outputted, and RAM54 concerned at the time of memorizing the data outputted from A/D converter 29, and the bus controller 55 which controls the access privilege to RAM54 based on a #BUS.CTL signal. In this example, PIO23 and A/D converter 29 access based on a setup of this access privilege to RAM54.

[0065] The specification of each signal line in drawing is as follows.

MODE: Since this data input means 1 has the composition of being used for hit evaluation and dirt evaluation of a piston, it needs to change hit evaluation and dirt evaluation. That is, at the time of dirt evaluation, it is data incorporation R→G→B→R→ -- The signal from the CCD sensor 38 is read in order, and the data for one line are sent to A/D converter 29. Moreover, the signal of R is divided into R and G at the time of hit evaluation, and it is R→G→R→. -- The signal from the CCD sensor 38 is read in order, and the data of ODD of one line and EVEN are sent to A/D converter 29. It is a change signal for these. (L: Dirt, H:hit)

[0066] # BUS.CTL : It is the signal which changes the writing to RAM54 on the memory board 28, and the access privilege of reading. It writes in at the time of the image pick-up of a piston 32, and carries out by being good, and the data input means 1 controls about the writing of the data to RAM54. At the time of data processing, such as dirt evaluation, it is separated in the data input means 1, the data-processing means 2 controls, and RAM54 performs access to data in the condition for which reading of data and writing are good. (L: The data input means 1 controls RAM54, and control and H:data-processing means 2 control RAM54)

[0067] DATA: 16-bit data are treated with a data bus.

ADR: With an address bus, in order to treat 4 M bytes of data address, 24 bits is used.

STAT: H is outputted during activation of A/D conversion.

REQ : H is outputted during measurement.

DIR: The access approach of the data from the PC side to RAM is determined. (reading [H :] L: writing) .

R/W: The timing of the writing of the data from the PC side to RAM is shown. (L: Write in DATA by write-in initiation in the meantime)

[0068] Drawing 10 is the explanatory view showing the detail configuration of the stage control section 21.

The stage control section 21 is equipped with Motor Driver 56 which carries out drive control of the motor 35 for rotation stages, and the CCD driver 61 which carries out drive control of the CCD sensor 38. Motor Driver 56 is controlling the motor 35 for rotation stages by the following signal.

[0069] PLUS: The rotation pulse of a stepping motor is outputted.

DEF : A hand of cut is specified.

H. OFF: The current at the time of a motor halt is omitted.

TIM: Timing output signal of a motor.

O.H: The overheat output signal of a motor.

[0070] The LATCH signal is used for the CCD driver 61 when changing the storage time of the CCD sensor 38. (L: Initial value

[0071] Moreover, the stage control section 21 is equipped with the first stage sensor 58 which detects the home position of the rotation stage base 33, the second stage sensor 59 which distinguishes the class of piston fixture 31, and the lock sensor 57 which detects the condition of the camera lock device 30. About these various sensors, it changes with configurations of the piston image pick-up section 22.

[0072] Drawing 11 is the front view showing the configuration of the piston image pick-up section 22 by this example. The piston image pick-up section 22 is equipped with the piston fixture 31 which receives wearing of a piston 32, the rotation stage base 33 which this piston fixture 31 fixes, the motor 35 for rotation stages which carries out the rotation drive of this rotation stage base 33, the camera 36 which has a lens 37 and the CCD sensor 38, and the justification shaft 41 which adjusts the distance to the piston 32 fixed to the piston fixture 31 from this camera 36.

[0073] And it has the hauling spring 39 for cameras which energizes a camera 36 to the piston fixture 31 side, and the sliding member 40 which is located in the piston fixture 31 side of the justification shaft 41, and contacts the piston fixture 31 concerned. Here, this sliding member 40 is used as the bearing for rotation which contacts the piston supporter 31B side face of the piston fixture 31.

[0074] Drawing 12 is the top view showing the configuration of the piston image pick-up section 22 shown in drawing 11. If the camera 36 is located on the slide rail 42 on the base 43 and is lengthened with the hauling spring 39 for cameras at a piston 32 side (the direction of sign A of drawing 12), it will move in this slide rail 42 top. Therefore, migration of a camera 36 turns into rectilinear motion. Moreover, a camera 36 stops by camera forefront location 42A irrespective of the piston fixture 31.

[0075] The distance from the piston front face of a camera 36 always becomes fixed irrespective of the size of the diameter of a piston 32. That is, the camera 36 is always pulled by the hauling spring 39 for cameras at the piston side (the direction of sign A of drawing 12), and since the piston fixture 31 and the bearing 40 for rotation have touched even if a piston 32 rotates during measurement, the distance of a piston 32 and a camera 36 becomes fixed. Furthermore, even if the diameter of a piston 32 changes, the distance between a piston 32 and a camera 36 can be kept constant by exchanging the piston fixture 31 for the thing according to the diameter of the new piston 32.

[0076] The camera lock device 30 which locks the location of the camera concerned back through the link mechanism section 47 in the opposite direction of a piston 31 is formed in the camera 36. In this example, the camera 36 is always pushed against the piston fixture 31 through the justification shaft 41 with the hauling spring 39 for cameras. Therefore, in order to picturize the new piston 32, to exchange the piston fixture 31, and when moving the piston image pick-up section 22, it is necessary to lower a camera 36 back (the direction of sign B in drawing 12). The lock device 30 of a camera has realized this.

[0077] The lock device 30 of a camera is equipped with the monotonous link mechanism section 47 which the end fixed to the camera 36 free [rotation], the handle 46 which lowers a camera back in rotation, the rotation plate 48 which rotates along with this handle 46, and plate 47B to which it follows in footsteps of this rotation plate 48, and the link mechanism section 47 is moved back as shown in drawing 11 and drawing 12.

[0078] And the receptacle holes 48A and 48B of the ball blunger 49 are established in the rotation plate 48, respectively. The receptacle holes 48A and 48B of this ball blunger 49 are formed corresponding to the lock location of a camera 36, and the camera location under piston image pick-up.

[0079] At the time of piston measurement (at the time of the image pick-up of the expansion image of a piston side face), the rotation plate 48 wins popularity by the ball blunger 49, and is being fixed in the location of hole 48A. At this time, that location gets mixed up with the diameter of the piston [camera / 36] fixture 31 according to the diameter of a piston 32. However, it will be in a free condition from a lock device by play partial 47A of the link mechanism section 47, and a camera location will be determined by the hauling spring 39 for cameras, and the justification shaft 41.

[0080] However, in case the piston fixture 31 is exchanged, a camera must be lowered in the direction of the sign B of drawing 12. Then, the rotation plate 48 is rotated in the direction of the sign F in drawing 12 by the handle 46, and the rotation plate 48 is locked by doubling with the ball blunger 49 by receptacle hole 48B. Then, a camera 36 moves in the direction of the sign B in drawing 12 through a link mechanism 47, and exchange of breadth and the piston fixture 31 of spacing of the justification shaft 41 and the piston fixture 31 is attained.

[0081] Drawing 13 is the sectional view showing the condition that the piston 32 was installed in the piston fixture 31. The piston fixture 31 is equipped with piston set section 31A which is located in the end of cylinder-like piston supporter 31B and piston supporter 31B with the piston 32 and the diameter of said to

fix, and receives wearing of a piston. Piston supporter 31B is constituted so that it may become the same as that of the diameter of the piston 32 which the diameter tends to picturize.

[0082] The imaginary line in drawing 13 shows the piston 32, and if a piston 32 is installed in piston set section 31A, the side face of a piston 32 will turn into a side face of the piston fixture 31, and the same field. Moreover, in this example, the front face is given to the relation top piston fixture 31 of an image processing black.

[0083] Drawing 14 is the sectional view showing fixing to the rotation stage base 33 of the piston fixture 31. The interior of the piston fixture 31 serves as closed-end hole 31C, and piston fixture set section 33A of the stage base 33 is equipped with it by this closed-end hole 31C. Furthermore, the piston fixture 31 and the rotation stage base 33 fix by association with the point of the ball [which was prepared in the side face of the piston fixture 31] blunger 34 with which hole 31D and the rotation stage base 33 are equipped by winning popularity. Moreover, the screw is turned off and the rotation stage base 33 and the ball blunger 34 fix receptacle hole 33D of the ball blunger 34 and a ball blunger by this.

[0084] Drawing 15 is drawing showing the condition that the rotation stage base 33 was equipped with the piston fixture 31, drawing 15 (a) is the top view, and drawing 15 (b) is a right side view. Fixture check shutter 31E is prepared in the piston fixture 31. The second stage sensor 59 mentioned above by preparing fixture check shutter 31E can distinguish the class of fixture with the difference of an angle of rotation with the home position of the rotation stage base 33. Since the piston fixture 31 has composition doubled with the configuration of a piston, it can distinguish the class of set piston 32 by distinguishing the class of piston fixture 31. On the other hand, zero check shutter 33E is prepared also in the rotation stage base 33, and the home position of the rotation stage base 33 is checked by the first stage sensor 58. He is trying for these stage sensors 58 and 59 to detect the location of Shutters 31E and 33E with the photosensor which is not illustrated.

[0085]

[Effect of the Invention] Since this invention is constituted as mentioned above and functions, while according to this the amendment level calculation section takes out a fixed number of small gradation values from the maximum of the gradation value in image data and makes this an upper limit gradation value A fixed number of large gradation values are taken out from the minimum value of the gradation value in image data, and this is made into a lower limit gradation value. Further the data modification section Since the image data concerned is changed so that it may become the gradation of the predetermined number which the data-processing section requires in the range from the upper limit gradation value concerned to a lower limit gradation value, for example, 256 gradation, change of the lightness in image data can be emphasized, and change of halftone can be made clear. And in order that the data-processing section may perform wear of a piston, and evaluation of dirt based on the image data as which change of lightness was emphasized with a data correction means, evaluation precision improves by leaps and bounds. Moreover, in order for the amendment level calculation section to compute amendment level based on the inputted image data, amendment according to an image pick-up environment and the picturized configuration of a piston can be performed automatically, therefore it is not necessary to set up a correction factor beforehand. Thus, the outstanding piston surface evaluation equipment which is not in the former which can amend suitable lightness according to an image pick-up environment or the configuration of a piston can be offered.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the configuration of 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the block diagram showing the configuration of the data correction means shown in drawing 1.

[Drawing 3] It is the explanatory view showing an example of hit evaluation processing of the piston by the data-processing means shown in drawing 1.

[Drawing 4] It is drawing showing the example amended by the configuration which is an explanatory view for explaining data-correction processing with a configuration of having been shown in drawing 1 and drawing 2, and drawing 4 (A) was drawing showing the histogram of image data inputted from the data input means which picturized the whitish piston, and drawing 4 (B) is drawing showing the example which amended the image data by the conventional technique, and showed drawing 4 (C) to drawing 2.

[Drawing 5] With the explanatory view showing the example which amended image data by the configuration shown in drawing 2, drawing 5 (A) is drawing showing the histogram of image data inputted from the data input means which picturized the blackish piston. It is drawing in which drawing 5's (B's)'s being drawing showing the example which amended the image data, and showing an example in case it is drawing showing the histogram of the image data at the time of offsetting drawing 5 (C) by diaphragm, and it is drawing showing the example for which drawing 5 (D) amended the image data and drawing 5 (E) has a noise.

[Drawing 6] It is the block diagram showing a configuration in case the piston surface evaluation equipment shown in drawing 1 amends color picture data.

[Drawing 7] It is the explanatory view showing an example in the case of amending color picture data with the configuration shown in drawing 6, and drawing 7 (A) - (C) is drawing showing the histogram of the image data of each RGB, and drawing 7 (D) - (E) is drawing showing an example at the time of amending them with the configuration shown in drawing 6.

[Drawing 8] It is the block diagram showing the configuration of piston surface evaluation equipment.

[Drawing 9] It is the block diagram showing the detail configuration of the data input section shown in drawing 8.

[Drawing 10] It is the block diagram showing the detail configuration of the stage control section shown in drawing 8.

[Drawing 11] It is the side elevation showing the configuration of the piston image pick-up section shown in drawing 8.

[Drawing 12] It is the top view of the piston image pick-up section shown in drawing 11.

[Drawing 13] It is the sectional view showing the condition of having installed the piston in the piston fixture shown in drawing 11.

[Drawing 14] It is the sectional view showing the condition of equipping the rotation stage base with the piston fixture shown in drawing 11.

[Drawing 15] It is drawing showing the condition that the rotation stage base was equipped with the piston fixture shown in drawing 11, and drawing 11 (a) is the top view, and drawing 11 (b) is a right side view.

[Drawing 16] It is the explanatory view showing the technique of amending the lightness change according to the location of the conventional CCD sensor component.

[Drawing 17] It is drawing showing an example at the time of amending the image data which picturized the whitish piston by the conventional technique, and drawing 17 (A) is drawing showing the histogram of image data inputted from the data input means, and drawing 17 (B) is drawing showing the data after the

amendment.

[Drawing 18] It is drawing showing an example at the time of amending ***** which picturized the blackish piston by the conventional technique, and drawing 18 (A) is drawing showing the histogram of image data inputted from the data input means, and drawing 18 (B) is drawing showing the data after the amendment.

[Drawing 19] It is drawing showing an example at the time of amending the image data which offset and picturized the blackish piston by the diaphragm by the conventional technique, and drawing 17 (A) is drawing showing the histogram of image data inputted from the data input means, and drawing 17 (B) is drawing showing the data after the amendment.

[Description of Notations]

1 Data Input Means

1A Color picture input section

2 Data-Processing Means

10 Data Correction Means

12 Histogram Calculation Section

14 Amendment Level Calculation Section

14B Common amendment level calculation function

16 Data Modification Section

16C It is uniformly a modification function.

</SDO>

[Translation done.]

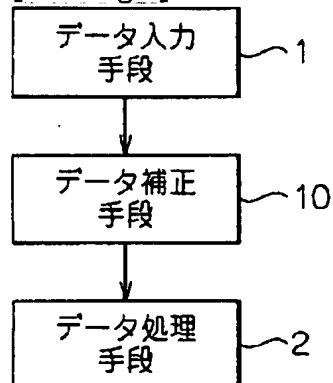
* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

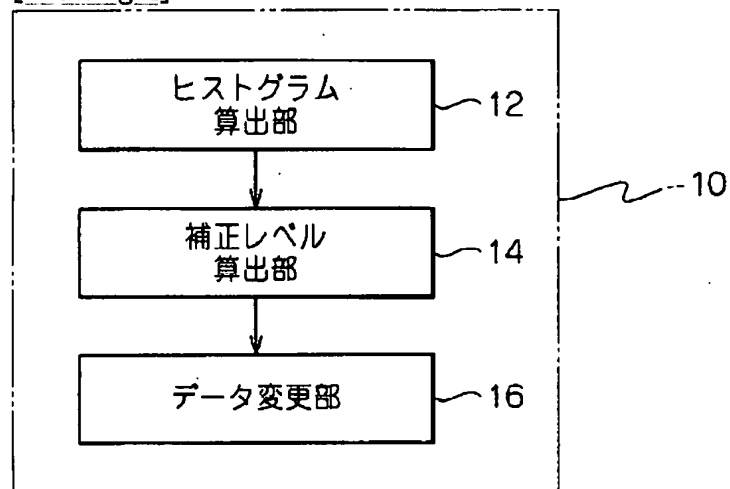
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

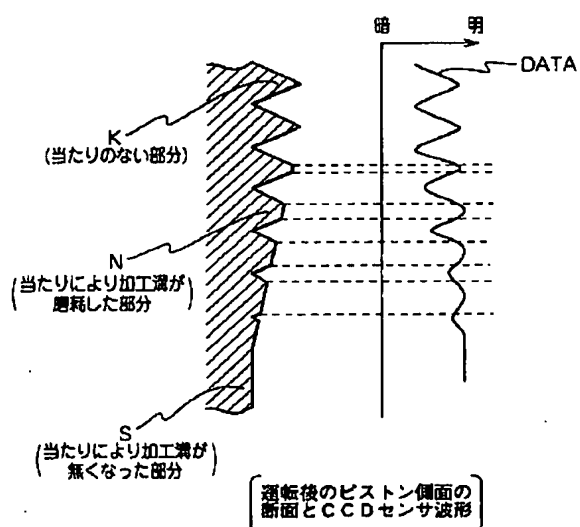
[Drawing 1]



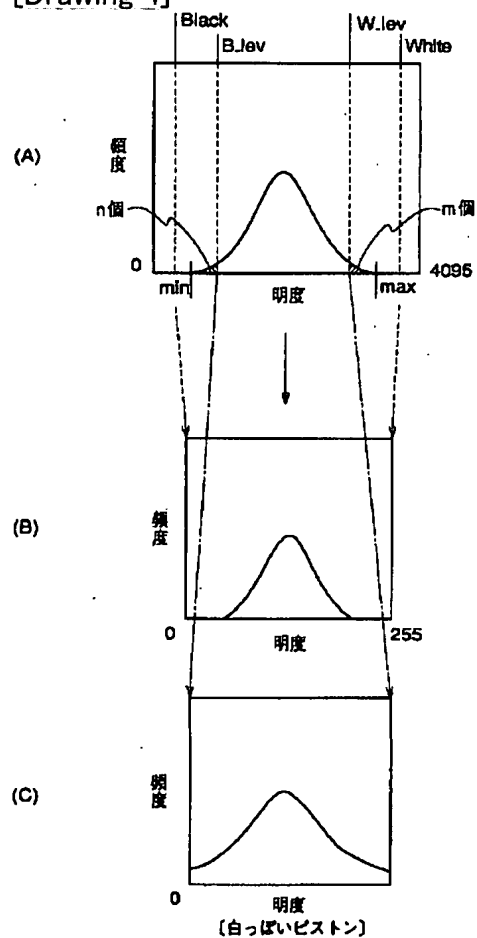
[Drawing 2]



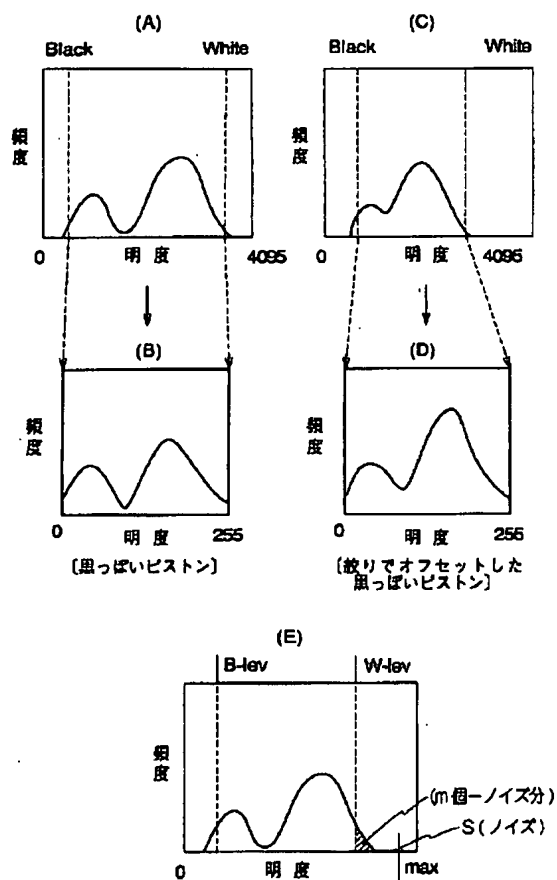
[Drawing 3]



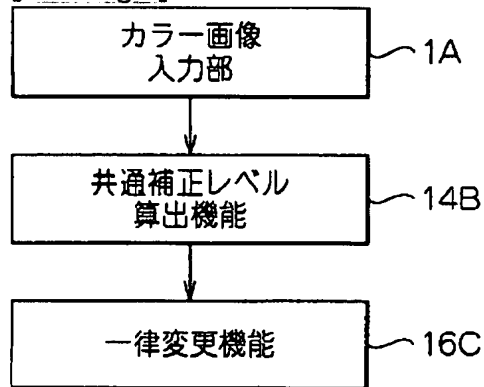
[Drawing 4]



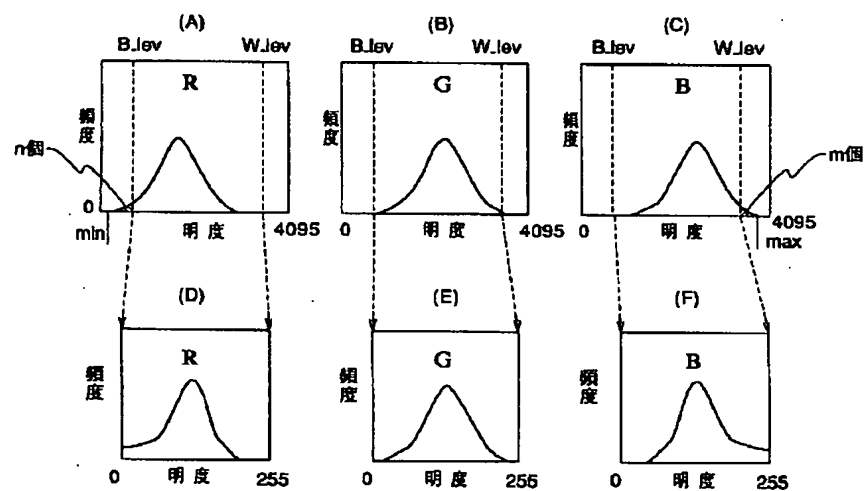
[Drawing 5]



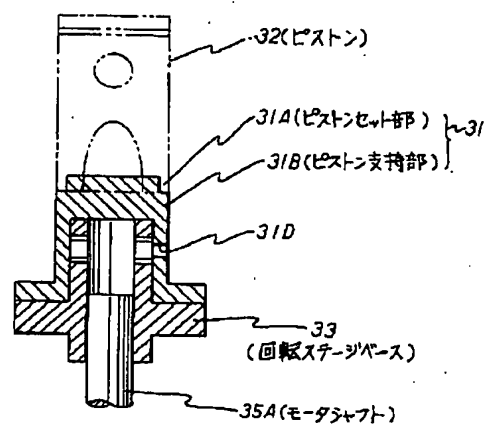
[Drawing 6]



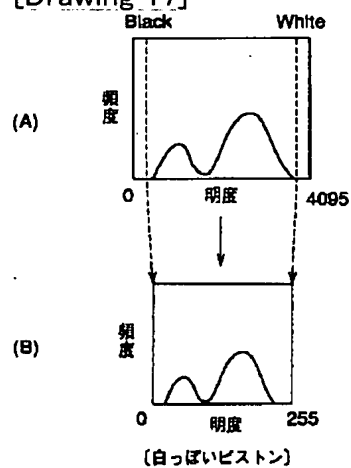
[Drawing 7]



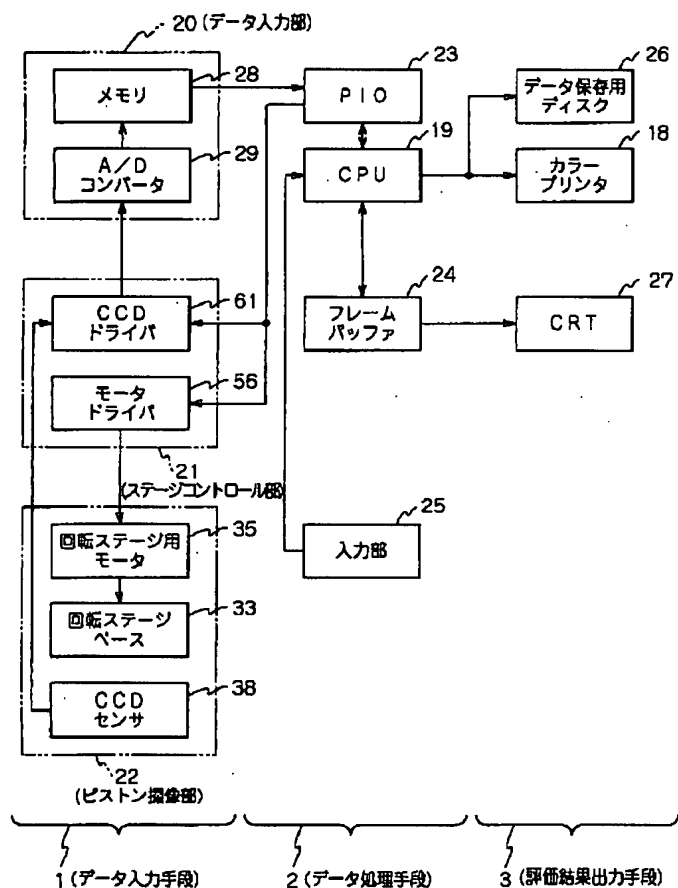
[Drawing 13]



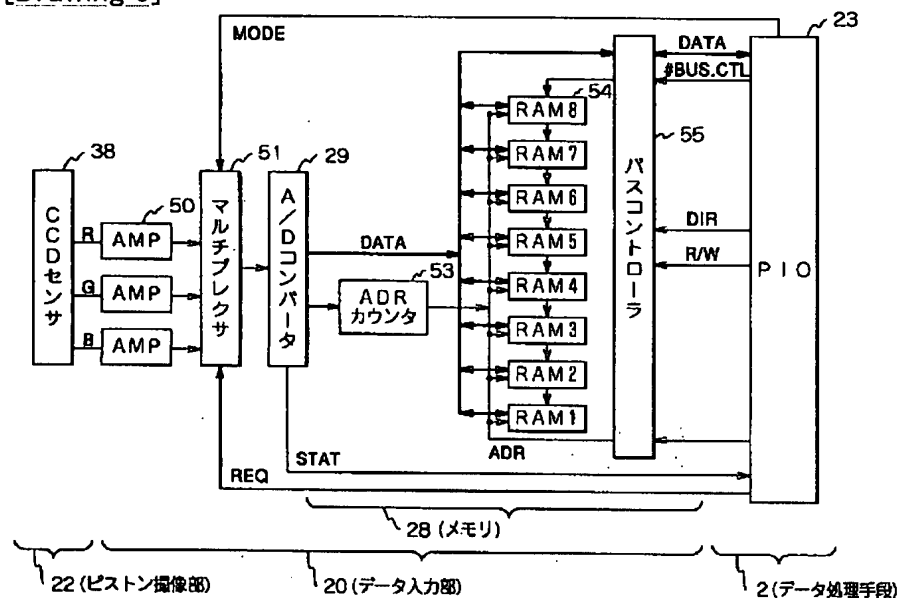
[Drawing 17]



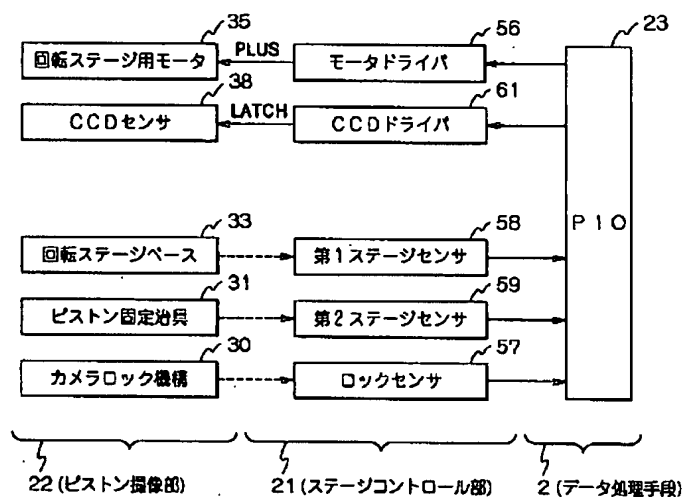
[Drawing 8]



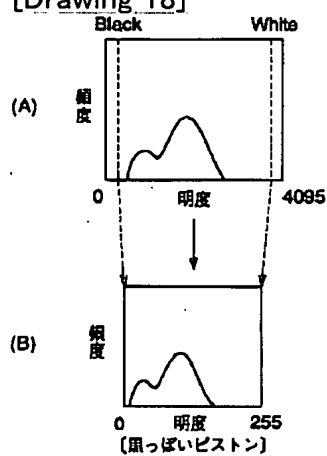
[Drawing 9]



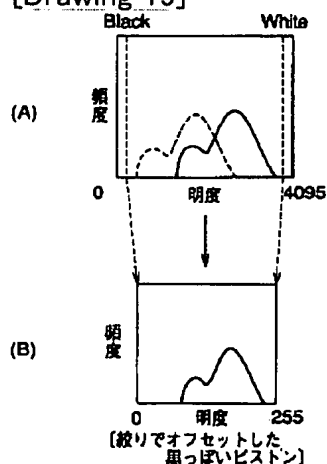
[Drawing 10]



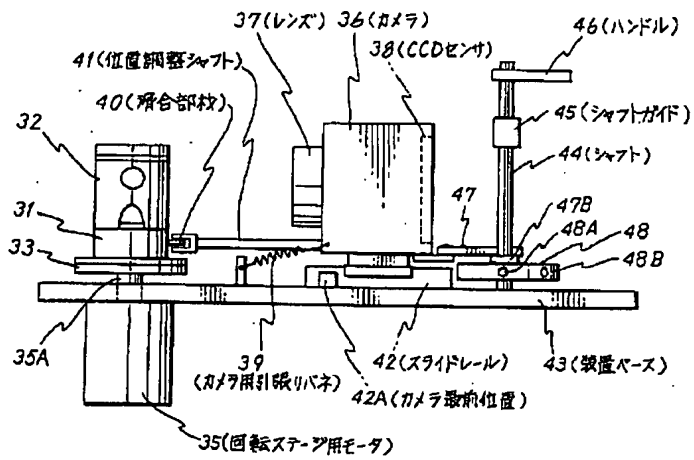
[Drawing 18]



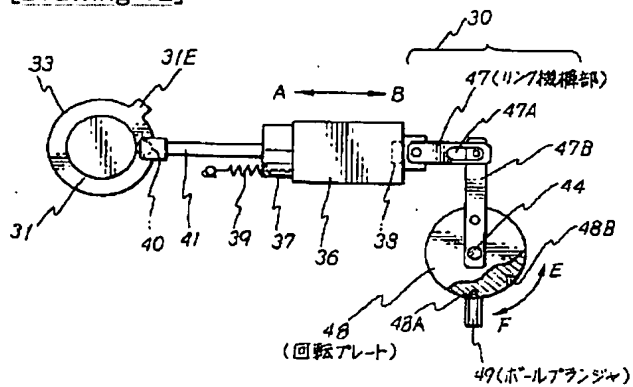
[Drawing 19]



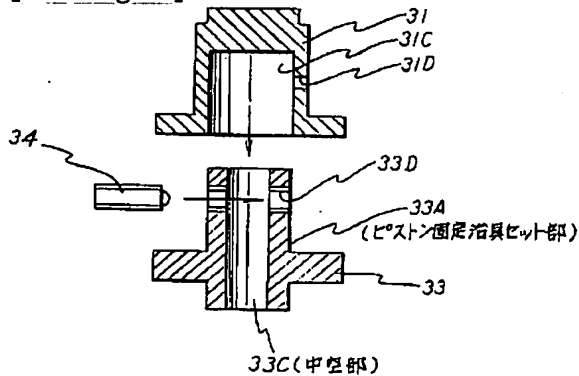
[Drawing 11]



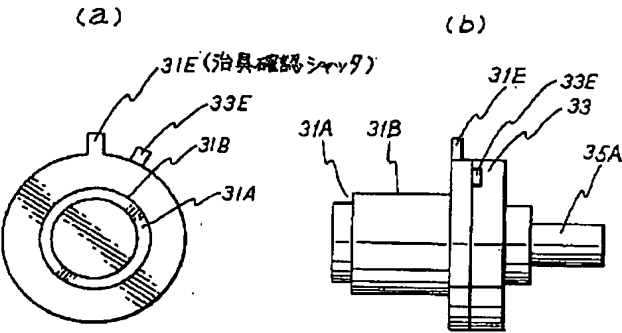
[Drawing 12]



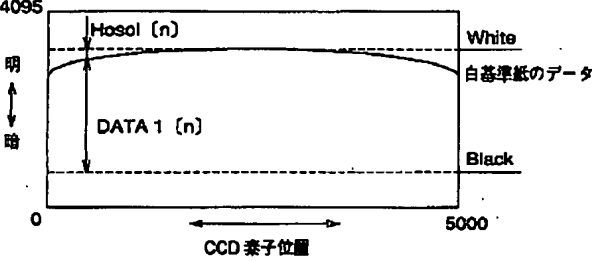
[Drawing 14]



[Drawing 15]



[Drawing 16]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-127008

(43) 公開日 平成9年(1997)5月16日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 1 N 21/88

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 1 N 21/88

技術表示箇所

Z

審査請求 未請求 請求項の数2 F D (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平7-310028

(22) 出願日

平成7年(1995)11月2日

(71) 出願人 000002082

スズキ株式会社

静岡県浜松市高塚町300番地

(72) 発明者 須田 英雄

神奈川県横浜市都筑区桜並木2番1号 ス

ズキ株式会社技術研究所内

(72) 発明者 斉藤 吉敬

神奈川県横浜市都筑区桜並木2番1号 ス

ズキ株式会社技術研究所内

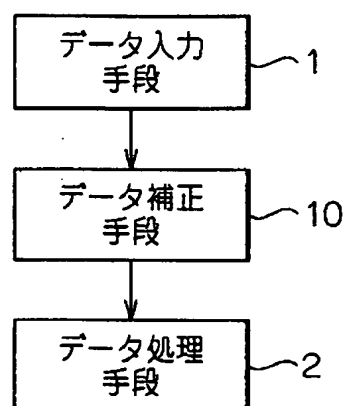
(74) 代理人 弁理士 高橋 勇

(54) 【発明の名称】 ピストン表面評価装置

(57) 【要約】

【課題】 撮像環境やピストンの形状に応じて適切な明度の補正を行うこと。

【解決手段】 データ入力手段1により入力された画像データを補正するデータ補正手段10と、このデータ補正手段10によって補正された画像データに基づいてピストンの表面評価を行うデータ処理手段2とを備えている。さらに、データ補正手段10が、画像データのヒストグラムを算出するヒストグラム算出部12と、このヒストグラム情報に基づいて階調値の最大値(max)から一定数(m)個目の画素の階調値を上端階調値(W_lev)として算出すると共に当該階調値の最小値(min)から一定数(n)個目の階調値を下端階調値(B_lev)として算出する補正レベル算出部14と、この補正レベル算出部14から出力された上端階調値(W_lev)から下端階調値(B_lev)までの範囲で所定数の階調となるように画像データを変更するデータ変更部16とを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ピストンの側面を撮像するデータ入力手段と、このデータ入力手段により入力された画像データを補正するデータ補正手段と、このデータ補正手段によって補正された画像データに基づいて前記ピストンの表面評価を行うデータ処理手段とを備えたピストン表面評価装置において、

前記データ補正手段が、前記データ入力手段から入力された画像データのヒストグラムを算出するヒストグラム算出部と、このヒストグラム算出部によって算出されたヒストグラム情報に基づいて階調値が最大値の画素から一定数個目の画素の階調値を上端階調値として算出すると共に当該階調値が最小値の画素から一定数個目の画素の階調値を下端階調値として算出する補正レベル算出部と、この補正レベル算出部から出力された前記上端階調値から前記下端階調値までの範囲で所定数の階調となるように前記画像データを変更するデータ変更部とを備えたことを特徴とするピストン表面評価装置。

【請求項 2】 前記データ入力手段が、前記ピストン表面を撮像した画像データを RGB 別に出力するカラー画像入力部を備え、

前記補正レベル算出部が、前記 RGB 別の画像データ全体での上端階調値および下端階調値を算出する共通補正レベル算出機能を備え、

前記データ変更部が前記共通補正レベル算出機能によって算出された共通の補正レベルに基づいて前記画像データを変更する一律変更機能を備えたことを特徴とする請求項 1 記載のピストン表面評価装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ピストン表面評価装置に係り、特に、画像処理により、ピストン表面の磨耗状態の評価又はピストン表面の汚れ評価を行うピストン表面評価装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、ピストンの当たり評価（磨耗状況検査）は、目視により行われるか、必要な部分の精密測定で行われていた。ピストンの当たりは、特にエンジンの焼き付きに対して、事前に予知し、ピストンのプロフィールを決定するための重要な要素であり、ピストンの設計にフィードバックされている。

【0003】また、画像処理により磨耗状況評価を行う手法は、同一出願人により出願されている（例えば、特願平 6-54460 号）。画像処理による当たり評価は、ピストンの作成時に発生する加工溝に注目し、その残量により当たりの強弱を評価するものである。

【0004】ピストンの加工時のバイトは同一のものを使用しているので、一つのピストンにおいて加工溝の深さはほぼ均一である。この均一な加工溝に対し、実際にエンジンを運転するとピストンとシリンダが擦れ合うこ

とにより、ピストンに当たり（磨耗）が生じ、その強さにより加工溝の深さが浅くなり、ついには加工溝自体が磨耗し、無くなってしまふ。従って、この加工溝の残量を測定することにより当たりの強さを推定することができる。

【0005】従来のピストン表面評価装置では、撮像した画像の補正は、事前に求めておいた補正係数に従って、カメラ部分の絞りを調整してデータの明るさを調整していた。また、測定対象のピストンの種類に応じて補正係数を定めることも行われていた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来例では、データを取り込むたびにカメラ部の絞り調整を行うため、完全な自動化にはならず、一般ユーザ向きではなかった。また、ピストンの種類毎に補正係数を求める場合にも、新種のピストンの補正係数を求めるために、やはり絞り調整を行う必要があったため、同様に一般ユーザ向きではなかった。

【0007】さらに、ピストン表面評価装置では、カラーラインセンサと高周波の直管蛍光灯を使用している。しかし、装置の大きさの制約から、蛍光灯は、ピストン全体に対して十分な長さをもっていない。このため、センサの中央部が両端よりも明るくなり、明るさの不均一が生じる。この不均一を解消し、白が最も明るく、黒が最も暗いというデータにするため、データの補正を行っている。従って、補正係数は、CCD の各素子に対し、1 対 1 の関係で作成される。

【0008】従来は、2つの方法を取っていた。第 1 は、CCD センサからの信号を A/D 変換する前にアンプ部でハードウェアゲインをかける方法である。この方法は、装置内の A/D ボード上の可変抵抗を操作することにより行っていた。

【0009】この手法では、最初に CCD センサの R、G、B の各素子のバランスと CCD センサのチャージ時間の違いによる初期ゲインを設定するためのものであり、通常、一度設定すると固定のものとなる。

【0010】第 2 は、装置内のメモリに取り込まれたデータを評価用データに変換するときに、ソフトウェアゲインをかける方法である。この手法では、ゲインの設定に自由度が大きい反面、事前に補正係数をもとめておかなければならない。この補正係数によって変換された評価用データで評価を行うため、ピストン表面評価ではこの補正係数が非常に重要な意味を持つ。

【0011】図 16 乃至図 19 は従来のピストン表面評価装置によるデータ補正手法の一例を示す説明図である。

【0012】従来は、最初にホワイトバランスを取り、補正係数を求め、ピストンのデータを取り込むときに、データが有効な明るさになるように、カメラ部の絞りを調節するか、各種ピストン別に補正係数をファイル化し

10

20

30

40

50

て保存し、必要に応じて読み込んで補正を行っていた。

【0013】図16では、横軸はCCDセンサ素子の位置を表し、縦軸はセンサの出力である明度を示している。図中の「Black」は、黒基準を対象としたセンサの出力を示し、実線は白基準を対象としたセンサ出力「DA*

$$\text{DATA2}[n] = (\text{DATA1}[n] - \text{Black}) \times \text{Hosei}[n] / \text{Base} \quad \dots \text{式(1)}$$

ここで、Base=255/(White-Black)

【0015】即ち、CCDセンサ素子の位置による明度の補正をHosei[n]で行い、Black-White間が256階調になるようにBaseの値を求め、データ変換していた。10

【0016】図17乃至図19は、取り込んだデータおよび変換後のデータのヒストグラムである。縦軸は頻度であり、横軸は明度である。但し、図17乃至図19での(A)に示す図はそれぞれ変換前のデータであるので明度は「0~4095」であり、一方、図17乃至図19での(B)に示す図は変換後であるため、256階調であり明度は「0~255」である。

【0017】この補正方法では、図17(A)に示すような白っぽいピストンの場合には、そのままの補正で図17(B)に示すようにデータ変換が行え、評価が可能である。20

【0018】しかし、図18(A)に示すような黒っぽいピストンの場合には、変換しても図18(B)に示すように、無駄な部分が大きく、評価精度に影響がある。また、絞りの調整を行い、図19(A)に示すように、データを明るい方へシフトさせても、全体が明るい方へ移るだけで、変換後のデータも図19(B)に示すように無駄な部分が多い。

【0019】また、この方法では、異なった種類のピストンのデータを取るたびに、絞り調整を行うか、補正係数を作成する必要がある、装置の使用の容易さを阻害していた。30

【0020】

【発明の目的】本発明は、係る従来例の有する不都合を改善し、特に、撮像環境やピストンの形状に応じて適切な明度の補正を行うことのできるピストン表面評価装置を提供することを、その目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明では、第1の手段として、ピストンの側面を撮像するデータ入力手段と、このデータ入力手段により入力された画像データを補正するデータ補正手段と、このデータ補正手段によって補正された画像データに基づいてピストンの表面評価を行うデータ処理手段とを備えている。しかも、データ補正手段が、データ入力手段から入力された画像データのヒストグラムを算出するヒストグラム算出部と、このヒストグラム算出部によって算出されたヒストグラム情報に基づいて階調値が最大値の画素から一定数個目の画素の階調値を上端階調値として算出すると共に当該階調値が最小値の画素から一定数個目の画素の階調値を 50

*TA1[n]」を示している。従来は、この白基準のデータと、黒基準のデータから、CCD各素子に対する補正係数「Hosei[n]」を求め、次式(1)でデータの変換を行っていた。

【0014】

下端階調値として算出する補正レベル算出部と、この補正レベル算出部から出力された上端階調値から下端階調値までの範囲で所定数の階調となるように画像データを変更するデータ変更部とを備えた。

【0022】この第1の手段では、データ入力手段が、ピストン側面を撮像して当該ピストン側面の展開画像である画像データをデータ補正手段に入力する。データ補正手段では、まず、ヒストグラム算出部が、当該画像データのヒストグラムを算出する。さらに、補正レベル算出部は、当該画像データの明度を補正するための補正レベルを算出する。

【0023】具体的には、まず、画像データのヒストグラムを算出する。このヒストグラムに基づいて、階調値の最大値の画素から数え始めて一定数(m個)個めの画素を検出し、この検出された画素の階調値を上端階調値とする。さらに、当該画像データの階調値の最小値から一定数(n個)目の階調値を取り出し、これを下端階調値とする。次いで、データ変更部は、当該上端階調値から下端階調値までの範囲でデータ処理部が要求する所定数の階調、例えば256階調となるように当該画像データを変更する。

【0024】データ処理部は、データ補正手段によって明度の変化が強調された画像データに基づいて、ピストンの磨耗や汚れの評価を行う。

【0025】第2の手段では、第1の手段を特定する事項に加え、データ入力手段が、ピストン表面を撮像した画像データをRGB別に出力するカラー画像入力部を備え、補正レベル算出部が、RGB別の画像データ全体での上端階調値および下端階調値を算出する共通補正レベル算出機能を備え、データ変更部が共通補正レベル算出機能によって算出された共通の補正レベルに基づいて画像データを変更する一律変更機能を備えた。

【0026】RGBは、赤(R)、緑(G)、青(B)である。

【0027】この第2の手段では、カラー画像入力部からRGB別に画像データが入力される。すると、補正レベル算出部は、RGB別の各画像データの最大階調値のうち最も大きい階調値から上端階調値を求め、同様に、下端階調値を求める(共通補正レベル算出機能)。

【0028】さらに、データ変更部が、RGB別の各画像データを対象に、共通の補正レベルに基づいてデータ変換を行う(一律変更機能)。このため、色調の変化を生じさせずに明度の差の強調が行われる。

【0029】本発明は、これらの各手段により、前述し

た目的を達成しようとするものである。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0031】図1は、本発明によるピストン表面評価装置の構成を示すブロック図である。ピストン表面評価装置は、ピストンの側面を撮像するデータ入力手段1と、このデータ入力手段1により入力された画像データ (DATA1[n]) を補正するデータ補正手段10とを備えている。しかも、このデータ補正手段10によって補正された画像データ (DATA2[n]) に基づいてピストンの表面評価を行うデータ処理手段2を備えている。

【0032】さらに、図2に示すように、データ補正手段10が、データ入力手段1から入力された画像データ (DATA1[n]) のヒストグラムを算出するヒストグラム算出部12と、このヒストグラム算出部12によって算出されたヒストグラム情報に基づいて階調値の最大値 (max) から一定数個 (m個) 目の画素の階調値を算出してこれを上端階調値 (W_lev) とすると共に、当該階調値の最小値 (min) から一定数個 (n個) 目の画素の階調値を下端階調値 (B_lev) として算出する補正レベル算出部14と、この補正レベル算出部14から出力された*

$$DATA2[n] = (DATA1[n] - B_lev) \times Hosei[n] / Base2 \quad \dots \text{式(2)}$$

ここで、 $Base2 = 255 / (W_lev - B_lev)$

【0038】CCDセンサ素子の位置による明度の補正をHosei[n]で行い、W_lev-B_lev間が256階調になるようにBase2を求め、データ変換する。

【0039】図4(C)に示すように、B_levおよびW_levとに基づいて、4096階調から256階調へ変換するときの変換ゲインを求めるため、補正後のデータは無駄な部分が全くないデータとなる。

【0040】さらに、B_levおよびW_levは実際に取り込んだデータから求めるため、事前に求めてあったBlackおよびWhiteとは異なり(図4(B)参照)、データを有効に活用できる。

【0041】黒っぽいピストンおよび絞りでオフセットした黒っぽいピストンの場合の例を図5(A)～(D)に示す。

【0042】また、取り込まれたデータの最大値および最小値は、ノイズの影響により実際の画像より飛び抜けて大きいものや、小さいものが存在するため、これらをそのまま画像データとしてB_levおよびW_levとしてしまうと、無駄な部分を含んだデータとなるが、本実施形態では「m」および「n」により明度レベルを定めているのでそのような不都合は生じない。本実施形態では図5(E)に示すように、ノイズSが生じた場合であっても、maxからの画素数に基づいてW_levを定めるため、補正処理に有効な補正レベルを安定して算出することができる。

【0043】また、ピストンの表面評価では、中間明度

* 上端階調値 (W_lev) から下端階調値 (B_lev) までの範囲で所定数の階調となるように画像データを変更するデータ変更部16とを備えている。

【0033】これを詳細に説明する。

【0034】本実施形態では、ピストンの当たり(磨耗)評価を行う。これは、図3に示すように、画像データ (DATA) の明度を示す波形の形状に基づいて、ピストンの磨耗度を測定するものである。

【0035】ここでは、この画像データ (DATA) による磨耗度の計測前にデータの補正を行っている。図4乃至図5に示すように、撮像されたデータの最小の階調値からn個目の画素の明度レベル (B_lev) と、最大値からm個目の画素の明度レベル (W_lev) とからデータを補正する。補正レベル算出部14は、ヒストグラムの最大値 (max) から一定数個 (m個) の画素を数え、上端階調値 (W_lev) を算出する。この一定数個は、図4

(A) 中ハッチングで示している部分である。同様に、最小値 (min) から一定数個 (n個) の画素を数えて下端階調値 (B_lev) を決定する。

【0036】データ変更部16は、これらの明度レベルに基づいて、次式(2)によりデータ変換を行う。

【0037】

のデータが重要な意味を持つため、ある程度以上明るいデータはあまり意味を持たない。

【0044】B_levを定める「n」、W_levを定める

「m」は、任意であるが、この数値がデータの何%かで、変換後の画像データが決まる。m, nが多い場合には、中間明度のデータがより詳細に再現されるが、画像のダイナミックレンジは低下する。これに対し、m, nが少ない場合には、中間明度のデータの分解能は低下するが、ダイナミックレンジが広がり、明暗の大きいデータの再現性が良くなる。

【0045】このように、取り込んだデータのヒストグラムを作成し、そのデータからm, nによりB_lev, W_levを定め、データ変換を行うため、従来手法では無駄であった部分を除去し、評価に有効な中間明度のデータをより詳細に変換することができ、しかも、評価精度の向上が期待できる。また、同一種類のピストンでは、補正の前提となるB_lev, W_lev, Base2の各値は同じ値であっても問題なく、一度これらの値を設定すれば従来手法と異なり、中間明度のデータを有効に活用できる。

【0046】次に、汚れ評価の場合を例に説明する。

【0047】上述した例では、モノクロデータに対しての補正方法を説明したが、汚れ評価の場合は、カラーデータにより評価を行っている。カラーデータに対する補正も、基本的にはモノクロデータの補正と同じである。しかし、カラーデータの場合、補正することによってデータのカラーバランスが狂ってしまうのは、評価に影響を及ぼしてしまう。

【0048】このため、本実施形態では、赤（R）、緑（G）、青（B）のヒストグラムを持つカラーデータに対しての補正は、R、G、Bに共通な補正係数とする。こうすることにより、補正後もカラーバランスを保ったまま、評価に有効な中間色の分解能を上げることができる。

【0049】図6はカラーデータの補正を行う構成を示すブロック図である。データ入力手段1が、ピストン表面を撮像した画像データをRGB別に出力するカラー画像入力部1Aを備え、補正レベル算出部14が、RGB別の画像データ全体での上端階調値および下端階調値を算出する共通補正レベル算出機能14Bを備え、しかも、データ変更部16が、共通補正レベル算出機能によって算出された共通の補正レベルに基づいて画像データを変更する一律変更機能16Cを備えた。

【0050】図7は図6に示した構成でのカラーデータ補正の一例を示す図である。図7に示すように、カラーデータの場合にはRGB別のデータが入力される。図7に示した例では、説明のため、R、G、Bの順に明るいデータにしてある。このため、図7（C）に示すように、青（B）のデータ中に最も明るい階調値が含まれているため、共通補正レベル算出機能14Bは、青（B）のデータから上端階調値（W_{lev}）を算出する。また、最も暗いデータは赤（R）に含まれているため、共通補正レベル算出機能14Bは、赤（R）のデータから下端階調値（B_{lev}）を算出する。

【0051】次いで、一律変更機能16Cは、この当該上端階調値（W_{lev}）および下端階調値（B_{lev}）に基づいて、各画像データの階調を一律に変更する。このため、カラーバランスを変化させることなく明度変化を強調する補正を行うことができる。

【0052】また、実際のピストン画像では特殊な場合を除いてグレー系の色が多いため、説明図のように各色のヒストグラムが大きく異なることはなく、図7に示したような無駄の部分はほとんどなくなる。

【0053】上述したように本実施形態によると、事前に設定した補正係数ではなく、実際に取り込んだデータのヒストグラムから補正係数を求めているので、データが無駄なく有効に活用できる、さらに、補正係数を求めるときのしきい値の設定方法により、データをダイナミックレンジの大きい補正や特定明度範囲をより高精度に再現する補正など自由度が大きい。

【0054】従って、評価に必要な中間明度のデータ補正が良好に行うことができ、評価精度の向上が期待できる。

【0055】次に、ピストン表面評価装置の全体構成を図8乃至図15を参照して説明する。その内容は、先に出願した特願平7-078249号に記載した発明と概要は同様である。図8に示す例では、データ補正手段10は、CPU19の一機能として実施される。

【0056】図8はピストン表面評価装置のハードウェア資源の概略構成を示すブロック図である。データ入力手段1は、ピストンを撮像するピストン撮像部22と、このピストン撮像部22を駆動制御するステージコントロール部21と、ピストン撮像部22が撮像した画像データを一時的に蓄積した後データ処理手段2に入力するデータ入力部20とを備えている。

【0057】ピストン撮像部22は、ピストン32からの反射光を光電変換するCCDセンサ38と、ピストン32を回転させる回転ステージベース33と、この回転ステージベース33を回転駆動する回転ステージ用モータ35等を備えている。

【0058】ステージコントロール部21は、回転ステージ用モータ35の動作を制御するモータドライバ56と、CCDセンサ38を駆動制御して光電変換された信号をデータ入力部20に出力するCCDドライバ61とを備えている。モータドライバ56は、データ取り込みの際にデータ処理手段2からの回転要求に基づいてピストン直径に合った回転角だけ回転ステージベース33を回転させる。回転角は、データ処理手段2により計算され、モータドライバ56への回転角分のパルスが送られ、回転ステージ用モータ35を駆動する。

【0059】データ入力部20は、CCDドライバ61からの信号をデジタルデータに変換するA/Dコンバータ29と、このA/Dコンバータからの画像データを記憶するメモリ28とを備えている。メモリ28は、一周分のデータを保持できるように4MbyteのSRAMとしている。メモリ28に格納されたピストン側面の展開画像（画像データ）は、ピストンの磨耗状況評価又は汚れ評価を行うデータ処理手段2からアクセスされる。

【0060】データ処理手段2は、本実施例では、パーソナルコンピュータ（PC）にインタフェース用のPIOボードとフルカラー処理用の画像ボード（フレームバッファ）とを付加したものからなる。構成としては、データ処理手段2は、データ入力手段1とのデータの送受信のインタフェースとなるPIO23と、ステップS4を実行するCPU19と、加工溝の幅情報b等の入力を受け付ける入力部25とを備えている。データ処理手段2の処理時間は、PCの処理能力によって異なる。

【0061】また、データ処理手段2で行ったピストン側面の評価については、評価結果を表示出力する手段が必要となる。この評価結果出力手段3は、評価結果のデータの保存及び評価結果の表示出力を行う。評価結果を保存しておくためのディスク26には色々なものが考えられる。ここでは、画像データが大きいことため、通常のプロッピーディスク1枚には数データしか保存できない。これに対し、ハードディスク、高密度プロッピーディスク、光磁気ディスク等を用いることにより、データの保存効率を上げることができる。

【0062】評価結果の出力について、数値のみを出力

するのであれば、通常のプリンタで充分であるが、画像データを出力するには、フルカラー対応のプリンタ18が必要になる。従って、用途に応じて決定するものとして処理ソフトをそれらと対応させている。

【0063】図9はデータ入力部20の詳細構成を示すブロック図である。データ入力部20は、CCDドライバ61の制御に基づいてCCDセンサ38が出力したRGB別のアナログ信号をそれぞれ増幅するアンプ(AMP)50と、PIO23からのMODE信号及びREQ信号に基づいてアンプ50からのアナログ信号の出力を切り替えるマルチプレクサ51とを備えている。

【0064】さらに、データ入力部20は、このマルチプレクサ51からのアナログ信号をデジタル信号に変換するA/Dコンバータ29と、このA/Dコンバータ29が出力したデジタルデータ(画像データ)を記憶するRAM54と、A/Dコンバータ29から出力されるデータを記憶する際の当該RAM54のアドレスを指定するアドレスカウンタ53と、#BUS. CTL信号に基づいてRAM54へのアクセス権を制御するバスコントローラ55とを備えている。本実施例では、RAM54へはこのアクセス権の設定に基づいてPIO23及びA/Dコンバータ29がアクセスするようになっている。

【0065】図中の各信号線の仕様は以下の通りである。

MODE: このデータ入力手段1はピストンの当たり評価および汚れ評価に用いられる構成となっているため、当たり評価と汚れ評価を切り替える必要がある。即ち、汚れ評価時には、データ取り込みをR→G→B→R→…の順にCCDセンサ38からの信号を読み取り、1ライン分のデータをA/Dコンバータ29へ送る。また、当たり評価時には、Rの信号をRとGに分け、R→G→R→…の順にCCDセンサ38からの信号を読み取り、1ラインのODDとEVENのデータをA/Dコンバータ29に送る。これらの為の切替信号である。

(L: 汚れ, H: 当たり)

【0066】#BUS. CTL: メモリボード28上のRAM54への書き込み及び読み込みのアクセス権を変更する信号である。ピストン32の撮像時には書き込み可で行い、RAM54へのデータの書き込みについてはデータ入力手段1が制御を行う。汚れ評価等のデータ処理時には、RAM54はデータ入力手段1とは切り離され、データ処理手段2が制御を行い、データの読み込み及び書き込み可の状態ではデータへのアクセスを行う。

(L: データ入力手段1がRAM54を制御, H: データ処理手段2がRAM54を制御)

【0067】DATA: データバスで、16bitのデータを扱う。

ADR: アドレスバスで、4Mbyteのデータアドレスを扱うために、24bitを使用する。

STAT: A/D変換の実行中、Hを出力する。

REQ: 測定中、Hを出力する。

DIR: PC側からRAMへのデータのアクセス方法を決定する。(H: 読み込み, L: 書き込み)。

R/W: PC側からRAMへのデータの書き込みのタイミングを示す。(L: 書き込み開始で、この間にDATAを書き込む)

【0068】図10はステージコントロール部21の詳細構成を示す説明図である。ステージコントロール部21は、回転ステージ用モータ35を駆動制御するモータドライバ56と、CCDセンサ38を駆動制御するCCDドライバ61とを備えている。モータドライバ56は、次の信号によって回転ステージ用モータ35を制御している。

【0069】PLUS: ステッピングモータの回転パルスを出力する。

DEF: 回転方向を指定する。

H. OFF: モータ停止時の電流をカットする。

TIM: モータのタイミング出力信号。

O. H: モータのオーバーヒート出力信号。

【0070】CCDドライバ61は、CCDセンサ38の蓄積時間を変更する場合にLATCH信号を用いている。(L: 初期値)

【0071】また、ステージコントロール部21は、回転ステージベース33の原点位置を検知する第一ステージセンサ58と、ピストン固定治具31の種類を判別する第二ステージセンサ59と、カメラロック機構30の状態を検出するロックセンサ57とを備えている。この各種センサについては、ピストン撮像部22の構成によって異なるものとなる。

【0072】図11は本実施例によるピストン撮像部22の構成を示す正面図である。ピストン撮像部22は、ピストン32の装着を受け付けるピストン固定治具31と、このピストン固定治具31が固着される回転ステージベース33と、この回転ステージベース33を回転駆動する回転ステージ用モータ35と、レンズ37及びCCDセンサ38を有するカメラ36と、このカメラ36からピストン固定治具31に固定されたピストン32までの距離を調整する位置調整シャフト41とを備えている。

【0073】しかも、カメラ36をピストン固定治具31側に付勢するカメラ用引っ張りバネ39と、位置調整シャフト41のピストン固定治具31側に位置し当該ピストン固定治具31に当接する滑合部材40とを備えている。ここでは、この滑合部材40をピストン固定治具31のピストン支持部31B側面に当接する回転用ベアリングとしている。

【0074】図12は図11に示したピストン撮像部22の構成を示す平面図である。カメラ36は、ベース43上のスライドレール42上に位置しており、カメラ用引っ張りバネ39によってピストン32側(図12の符

号A方向)に引かれると、このスライドレール42上を移動する。従って、カメラ36の移動は直線運動となる。また、カメラ36は、ピストン固定治具31にかかわらず、カメラ最前位置42Aで停止するようになっている。

【0075】カメラ36のピストン表面からの距離はピストン32の直径の大小にかかわらず常に一定になる。即ち、カメラ36は、常にカメラ用引っ張りバネ39によりピストン側(図12の符号A方向)に引っ張られており、測定中にピストン32が回転しても、ピストン固定治具31と回転用ベアリング40とが接しているため、ピストン32とカメラ36の距離は一定になる。さらに、ピストン32の直径が変わっても、ピストン固定治具31を新たなピストン32の直径に応じたものに交換することでピストン32とカメラ36との間の距離を一定に保つことができる。

【0076】カメラ36には、ピストン31の反対方向にリンク機構部47を介して当該カメラの位置を後方にロックするカメラロック機構30が設けられている。本実施例では、カメラ用引っ張りバネ39によりカメラ36は常に位置調整シャフト41を介してピストン固定治具31に押しつけられている。そのため、新たなピストン32を撮像するためにピストン固定治具31を交換する場合は、また、ピストン撮像部22を移動する場合には、カメラ36を後方(図12中の符号B方向)に下げておく必要がある。これを実現しているのがカメラのロック機構30である。

【0077】カメラのロック機構30は、図11及び図12に示すように、一端が回転自在にカメラ36に固着された平板であるリンク機構部47と、回転運動によりカメラを後方に下げるハンドル46と、このハンドル46に付随して回転する回転プレート48と、この回転プレート48に追従してリンク機構部47を後方へ移動させる平板47Bとを備えている。

【0078】しかも、回転プレート48には、ボールブランジャ49の受け穴48A、48Bがそれぞれ設けられている。このボールブランジャ49の受け穴48A、48Bは、カメラ36のロック位置及びピストン撮像中のカメラ位置に対応して設けられている。

【0079】ピストン測定時(ピストン側面の展開画像の撮像時)には、回転プレート48はボールブランジャ49によって受け穴48Aの位置で固定されている。このとき、カメラ36は、ピストン32の直径に応じたピストン固定治具31の直径によりその位置は前後している。しかし、リンク機構部47の遊び部分47Aによりロック機構からはフリーな状態となりカメラ用引っ張りバネ39及び位置調整シャフト41によりカメラ位置が決定される。

【0080】しかし、ピストン固定治具31を交換する際には、カメラを図12の符号Bの方向へ下げておかね

ばならない。そこで、ハンドル46により回転プレート48を図12中の符号Fの方向へ回転させ、受け穴48Bでボールブランジャ49と合わせることで回転プレート48をロックする。すると、カメラ36はリンク機構47を介して図12中の符号Bの方向へ移動し、位置調整シャフト41とピストン固定治具31との間隔が広がり、ピストン固定治具31の交換が可能となる。

【0081】図13はピストン32がピストン固定治具31に設置された状態を示す断面図である。ピストン固定治具31は、固定するピストン32と同径で円筒状のピストン支持部31Bと、ピストン支持部31Bの一端に位置しピストンの装着を受け付けるピストンセット部31Aとを備えている。ピストン支持部31Bは、その直径が撮像しようとするピストン32の直径と同一となるように構成されている。

【0082】図13中仮想線はピストン32を示しており、ピストン32がピストンセット部31Aに設置されると、ピストン32の側面はピストン固定治具31の側面と同一面となる。また、本実施例では、画像処理の関係上ピストン固定治具31は表面を黒色に施されている。

【0083】図14はピストン固定治具31の回転ステージベース33への固着を示す断面図である。ピストン固定治具31の内部は有底穴31Cとなっていて、この有底穴31Cによってステージベース33のピストン固定治具セット部33Aに装着されるようになっている。さらに、ピストン固定治具31の側面に設けられた受け穴31Dと回転ステージベース33に装着されるボールブランジャ34の先端部との結合によって、ピストン固定治具31と回転ステージベース33とが固着される。また、ボールブランジャ34及びボールブランジャの受け穴33Dはネジが切られており、これによって回転ステージベース33とボールブランジャ34とが固着される。

【0084】図15はピストン固定治具31が回転ステージベース33に装着された状態を示す図で、図15(a)はその平面図で、図15(b)は右側面図である。ピストン固定治具31には、治具確認シャッタ31Eが設けられている。治具確認シャッタ31Eを設けることで、前述した第二ステージセンサ59は回転ステージベース33の原点位置との回転角の差で治具の種類を判別することができる。ピストン固定治具31はピストンの形状に合わせた構成となっているため、ピストン固定治具31の種類を判別することで、セットしたピストン32の種類を判別することができる。一方、回転ステージベース33にも原点確認シャッタ33Eが設けられていて、第一ステージセンサ58で回転ステージベース33の原点位置を確認するようになっている。これらステージセンサ58、59は、図示しない光センサによってシャッタ31E、33Eの位置を検出するようにして

いる。

【0085】

【発明の効果】本発明は以上のように構成され機能するので、これによると、補正レベル算出部が、画像データ中の階調値の最大値から一定数小さい階調値を取り出してこれを上端階調値とすると共に、画像データ中の階調値の最小値から一定数大きい階調値を取り出してこれを下端階調値とし、さらに、データ変更部は、当該上端階調値から下端階調値までの範囲でデータ処理部が要求する所定数の階調、例えば256階調となるように当該画像データを変更するため、画像データ中の明度の変化を強調することができ、かつ、中間調の変化を明瞭にすることができる。しかも、データ処理部が、データ補正手段によって明度の変化が強調された画像データに基づいてピストンの磨耗や汚れの評価を行うため、評価精度が飛躍的に向上する。また、補正レベル算出部が、入力された画像データに基づいて補正レベルを算出するため、撮像環境および撮像されたピストンの形状に応じた補正を自動的に行うことができ、従って、予め補正係数を設定する必要がない。このように、撮像環境やピストンの形状に応じて適切な明度の補正を行うことができる従来の優れたピストン表面評価装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態の構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示したデータ補正手段の構成を示すブロック図である。

【図3】図1に示したデータ処理手段によるピストンの当たり評価処理の一例を示す説明図である。

【図4】図1及び図2に示した構成でのデータ補正処理を説明するための説明図で、図4(A)は白っぽいピストンを撮像したデータ入力手段から入力された画像データのヒストグラムを示す図で、図4(B)はその画像データを従来手法により補正した例を示す図で、図4

(C)は図2に示した構成により補正した例を示す図である。

【図5】図2に示した構成により画像データを補正した例を示す説明図で、図5(A)は黒っぽいピストンを撮像したデータ入力手段から入力された画像データのヒストグラムを示す図で、図5(B)はその画像データを補正した例を示す図で、図5(C)は絞りでオフセットした場合の画像データのヒストグラムを示す図で、図5

(D)はその画像データを補正した例を示す図で、図5(E)はノイズがある場合の例を示す図である。

【図6】図1に示したピストン表面評価装置でカラー画像データを補正する場合の構成を示すブロック図である。

【図7】図6に示した構成でカラー画像データを補正す

る場合の一例を示す説明図で、図7(A)～(C)はRGBそれぞれの画像データのヒストグラムを示す図で、図7(D)～(E)はそれらを図6に示す構成で補正した場合の一例を示す図である。

【図8】ピストン表面評価装置の構成を示すブロック図である。

【図9】図8に示したデータ入力部の詳細構成を示すブロック図である。

【図10】図8に示したステージコントロール部の詳細構成を示すブロック図である。

【図11】図8に示したピストン撮像部の構成を示す側面図である。

【図12】図11に示したピストン撮像部の平面図である。

【図13】図11に示したピストン固定治具にピストンを設置した状態を示す断面図である。

【図14】図11に示したピストン固定治具を回転ステージベースに装着する状態を示す断面図である。

【図15】図11に示したピストン固定治具が回転ステージベースに装着された状態を示す図であり、図11(a)はその平面図で、図11(b)は右側面図である。

【図16】従来のCCDセンサ素子の位置に応じた明度変化を補正する手法を示す説明図である。

【図17】白っぽいピストンを撮像した画像データを従来の手法により補正した場合の一例を示す図であり、図17(A)はデータ入力手段から入力された画像データのヒストグラムを示す図で、図17(B)はその補正後のデータを示す図である。

【図18】黒っぽいピストンを撮像した画像データを従来の手法により補正した場合の一例を示す図であり、図18(A)はデータ入力手段から入力された画像データのヒストグラムを示す図で、図18(B)はその補正後のデータを示す図である。

【図19】黒っぽいピストンを絞りでオフセットして撮像した画像データを従来の手法により補正した場合の一例を示す図であり、図17(A)はデータ入力手段から入力された画像データのヒストグラムを示す図で、図17(B)はその補正後のデータを示す図である。

【符号の説明】

1 データ入力手段

1A カラー画像入力部

2 データ処理手段

10 データ補正手段

12 ヒストグラム算出部

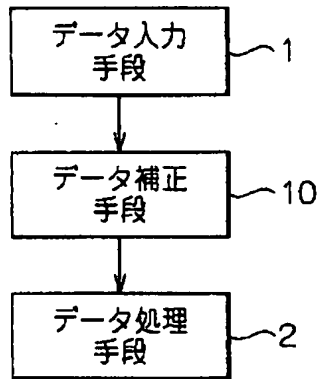
14 補正レベル算出部

14B 共通補正レベル算出機能

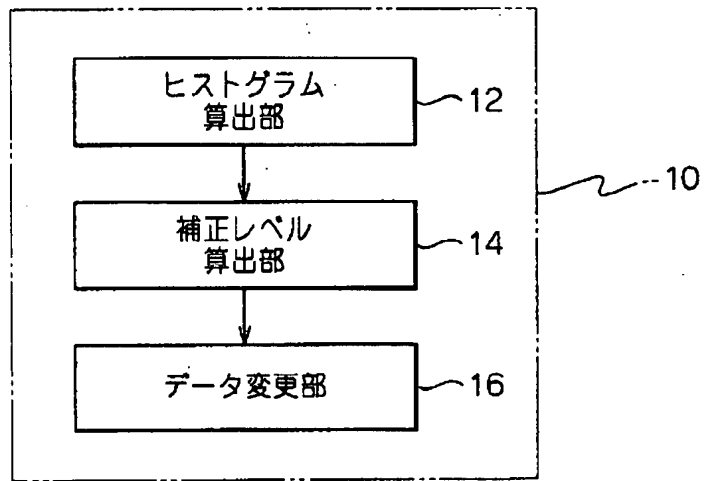
16 データ変更部

16C 一律変更機能

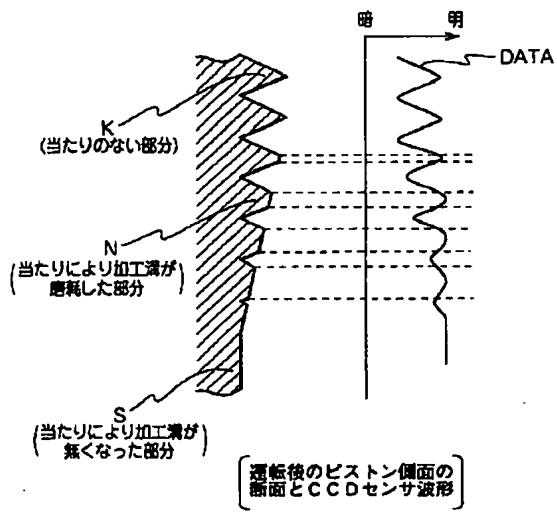
【図 1】



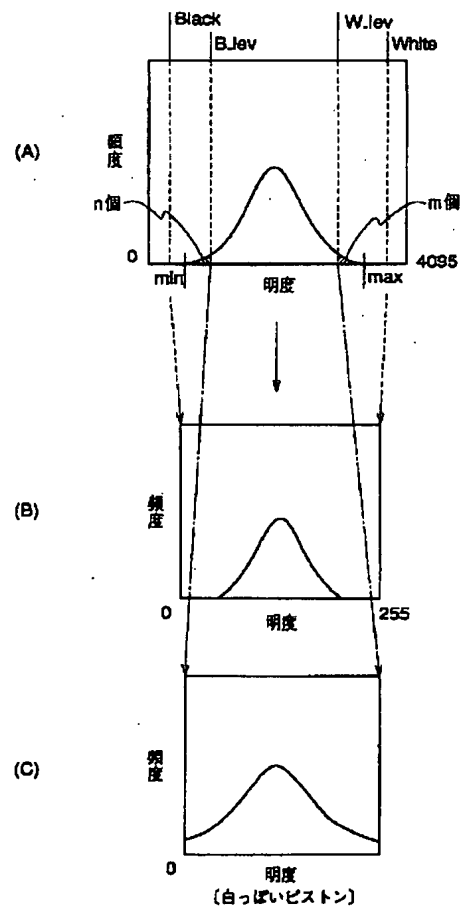
【図 2】



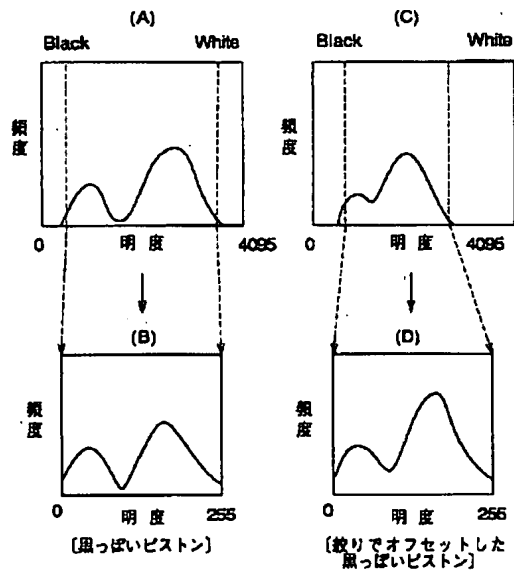
【図 3】



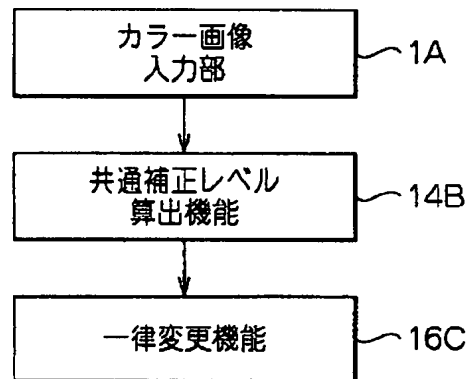
【図 4】



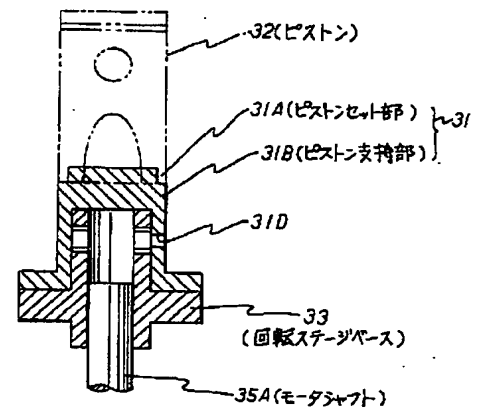
【図5】



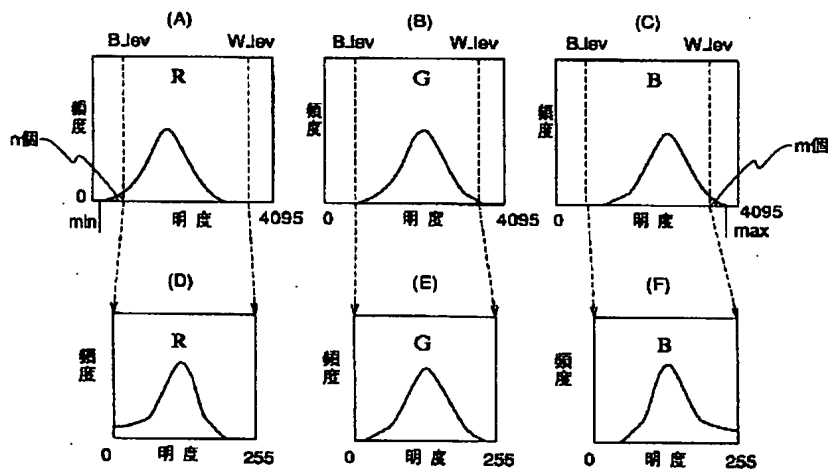
【図6】



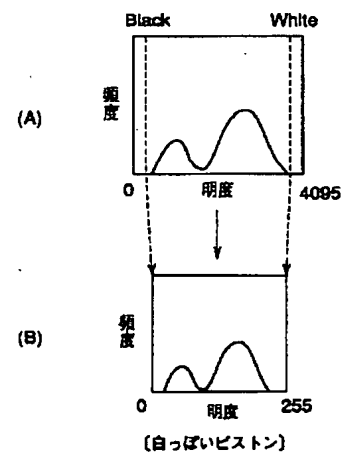
【図13】



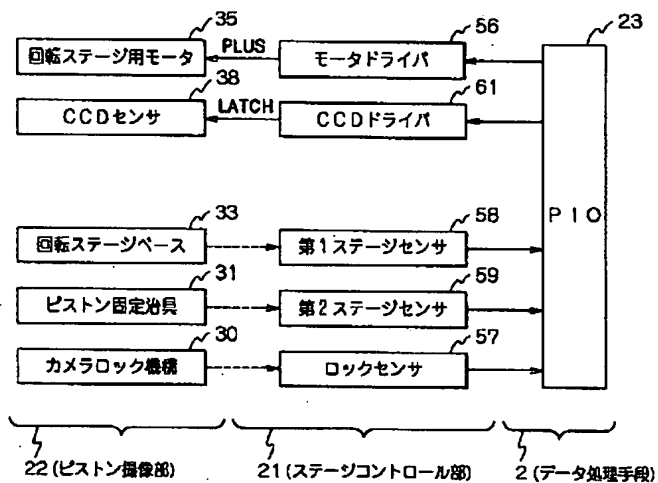
【図7】



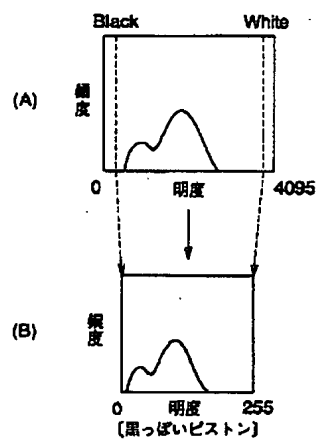
【図17】



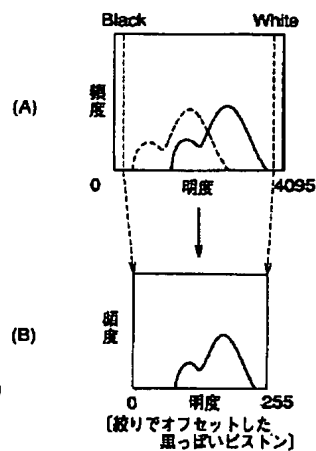
【図 10】



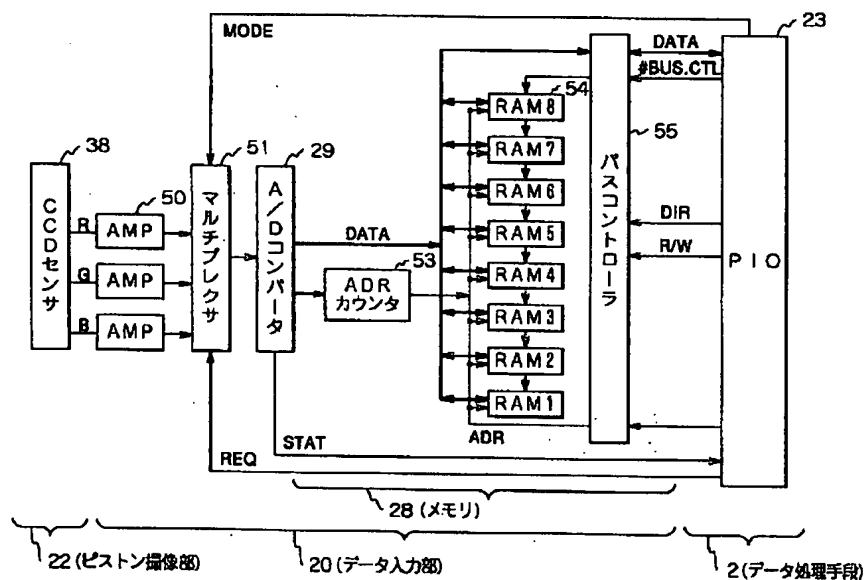
【图 18】



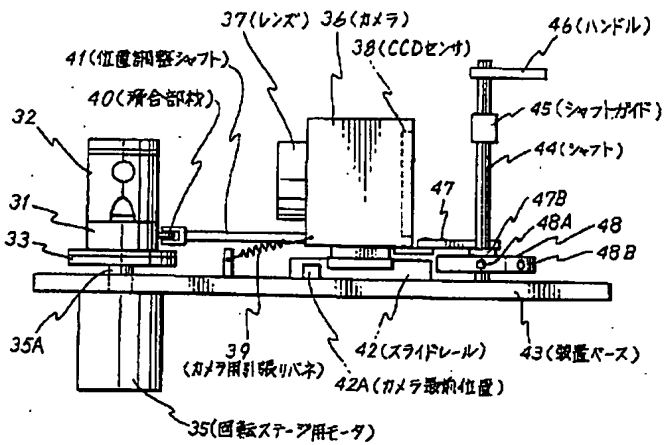
【図 19】



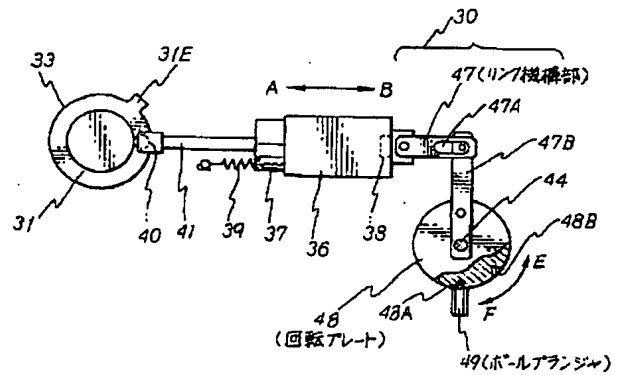
【図 9】



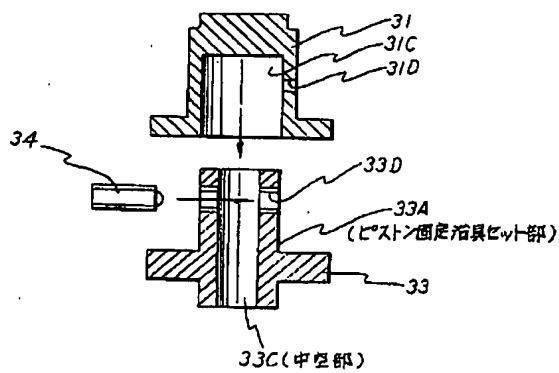
【図11】



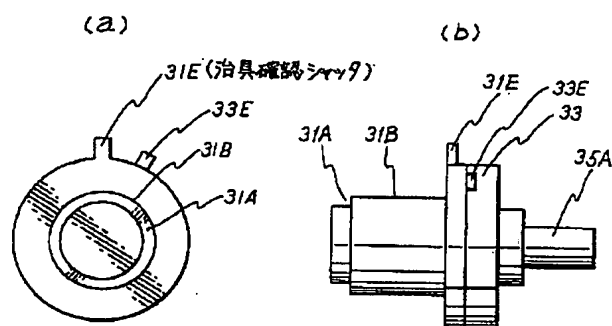
【図12】



【図14】



【図15】



【図16】

